

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-198619

(43)Date of publication of application : 31.07.1997

(51)Int.Cl.

G11B 5/39

(21)Application number : 08-007939

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 22.01.1996

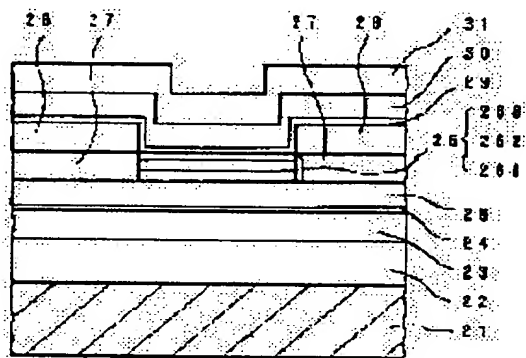
(72)Inventor : ISHIWATA NOBUYUKI

## (54) MAGNETORESISTIVE HEAD AND ITS PRODUCTION

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve the insulating characteristic between an MR element and upper and lower shielding films and to make it possible to attain higher density of the MR element by providing a magnetoresistive head (MR head) with insulating films having high reliability between the MR element and the upper shielding film and the lower shielding film.

**SOLUTION:** This MR head has a substrate 21, the lower shielding film 23, the lower gap insulating film 25, the MR element 26, the upper gap insulating film 30 and the upper shielding film 31. The MR head is provided with the high reliability insulating films 24, 29 having dense crystals and decreased defects, such as alumina films, obtd. by oxidizing aluminum between the lower shielding film 23 and the MR element 26 and between the MR element 26 and the upper shielding film 31. As a result, the insulation between the shielding film 32, 23 and the MR element 26 is improved and the shorting between both is surely prevented even if the spacings between the upper and lower shielding films 31, 23 and the MR element 26 are made slight with an increase in the density of a magnetic recording and reproducing device.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 22.01.1996

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 02.03.1999

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-198619

(43) 公開日 平成9年(1997) 7月31日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 1 1 B 5/39

識別記号

庁内整理番号

F I

G 1 1 B 5/39

技術表示箇所

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平8-7939

(22) 出願日

平成8年(1996) 1月22日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 石綿 延行

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

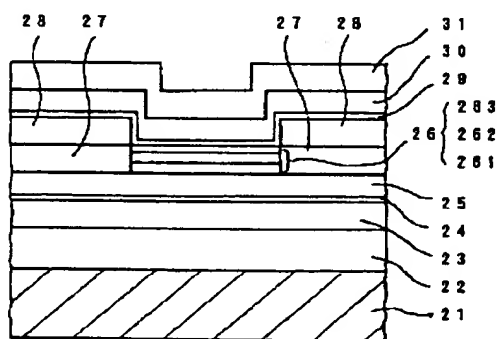
(74) 代理人 弁理士 鈴木 章夫

(54) 【発明の名称】 磁気抵抗効果型ヘッドおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 上下のシールド膜間に絶縁膜を介してMR素子を形成するシールド型MRヘッドでは、高密度化の要求に伴って絶縁膜を薄くするとMR素子とシールド膜との間の絶縁性が劣化され、ショートのおそれが生じる。

【解決手段】 基板21、下シールド膜23、下ギャップ絶縁膜25、MR素子26、上ギャップ絶縁膜30、上シールド膜31を積層してMR素子26が形成されており、下シールド膜23とMR素子26との間、およびMR素子26と上シールド膜31との間の少なくとも一方にアルミニウムを酸化して得られるアルミナ膜のように、結晶が緻密で欠陥の少ない高信頼性の絶縁膜24、29が形成される。磁気記録再生装置における高密度化に伴って上下のシールド膜とMR素子との間の間隔が減少化される場合でも、シールド膜とMR素子との間の絶縁性を向上し、両者のショートを確実に防止することが可能となる。



- 21 セラミック板
- 22 アルミナスバック層
- 23 下シールド膜
- 24 高信頼性絶縁膜
- 25 下ギャップ絶縁膜
- 26 MR素子
- 27 磁気記録層
- 28 電極
- 29 高信頼性絶縁膜
- 30 上ギャップ絶縁膜
- 31 上シールド膜

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 スライダとなる基板上に下シールド膜、下ギャップ絶縁膜、磁気抵抗効果素子、上ギャップ絶縁膜、上シールド膜が積層された構成の磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、前記下シールド膜と磁気抵抗効果素子との間、および前記磁気抵抗効果素子と上シールド膜との間の少なくとも一方に高信頼性の絶縁膜が形成されることを特徴とする磁気抵抗効果型ヘッド。

【請求項 2】 高信頼性の絶縁膜は、下シールド膜と下ギャップ絶縁膜との間、および磁気抵抗効果素子と上ギャップ絶縁膜との間の少なくとも一方に形成される請求項 1 の磁気抵抗効果型ヘッド。

【請求項 3】 高信頼性の絶縁膜は、上下の各ギャップ絶縁膜よりも結晶が緻密でかつ欠陥の少ない絶縁膜である請求項 1 または 2 の磁気抵抗効果型ヘッド。

【請求項 4】 高信頼性の絶縁膜はアルミニウムを熱酸化して得られるアルミナ膜である請求項 3 の磁気抵抗効果型ヘッド。

【請求項 5】 スライダとなる基板上に下シールド膜を形成する工程と、この上に上ギャップ絶縁膜をスパッタ法等により形成する工程と、この上に磁気抵抗効果素子を形成する工程と、この上に上ギャップ絶縁膜をスパッタ法等により形成する工程と、その上に上シールド膜を形成する工程を含み、前記下シールド膜と磁気抵抗効果素子を形成する工程の間、および前記磁気抵抗効果素子と上シールド膜を形成する工程の間の少なくとも一部において、金属膜を形成し、この金属膜を酸化して高信頼性絶縁膜としての熱酸化膜を形成する工程を含むことを特徴とする磁気抵抗効果型ヘッドの製造方法。

【請求項 6】 気相成長法によりアルミニウム膜を形成し、このアルミニウム膜を熱酸化して高信頼性絶縁膜としてアルミナ膜を形成する請求項 5 の磁気抵抗効果型ヘッドの製造方法。

【請求項 7】 下シールド膜をアルミニウムを含む金属で形成し、その表面を熱酸化してアルミナ膜を形成し、このアルミナ膜で高信頼性絶縁膜を形成する請求項 5 の磁気抵抗効果型ヘッドの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は磁気を用いて情報の記録再生に用いられる磁気抵抗（以下、MR）効果型ヘッドとその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 磁気を用いて情報を記録再生する磁気記録再生装置の小型化、および大容量化に伴って、磁気記録密度の高密度化が進められており、特にMR効果を利用した磁気ヘッド、すなわちMRヘッドは大きな再生出力が得られることから、磁気記録密度の高密度化を推進する上では有効なものとされている。このMRヘッドについては、文献 1：IEEE Trans. on Magn., MAG7(1970)p.

150 において、“A Magnetoresistive Readout Transducer”として論じられている。特に、2枚の対向する磁気シールド膜間にMR素子を配置した構造のシールド型MRヘッドは、磁気ディスク装置用のMRヘッドとして実用性が高い。このシールド型MRヘッドについては、例えば、文献 2：ジャーナル・オブ・アプライド・フィジックス（J. Appl. Phys.）Vol. 67, No. 91 May(1990)p. 4847 において、“Shielded MR Head for High Density Magnetic Recording”として論じられている。

【0003】 図 6 はこのシールド型MRヘッドの基本構成の一例を示す断面図である。スライダとなる基板 61 上に磁気シールド用の下シールド膜 62 が形成され、この下シールド膜 62 上にアルミナ絶縁膜 63、MR素子 64、アルミナ絶縁膜 65 が積層形成され、最上層に磁気シールド用の上シールド膜 66 が形成されている。ここで、前記アルミナ絶縁膜 63、65 はスパッタ法等により形成されたアルミナにより構成される。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 このようにシールド型MRヘッドは、所定の間隔を保って対向された上下の磁気シールド膜 62、66 の間に、アルミナ膜等による絶縁膜 63、65 を介してMR素子 64 を配置した構成とされている。このMR素子 64 はシールド膜 62、66 とは電氣的に絶縁されていることが必要であるため、MR素子 64 の両側のアルミナ膜 63、65 は十分な絶縁性を有することが求められる。一方、高密度記録に伴ってMRヘッドの分解能を向上させるためには、このアルミナ膜 63、65 を薄くしてシールド間隔を狭める必要があるが、これらアルミナ膜の薄膜化によって絶縁性が劣化され、MR素子 64 とシールド膜 62、66 とがショートしてしまうおそれがある。特に、スパッタ形成したアルミナ膜は結晶組成が粗く、薄膜化によってその絶縁性の劣化が著しいものとなる。したがって、従来のMRヘッドでは高密度化がアルミナ膜の絶縁性に依存され、高密度化を促進することが難しいという問題が生じている。

【0005】 本発明の目的は、絶縁膜の絶縁性を向上し、MRヘッドにおける高密度化を実現可能にしたMRヘッドとその製造方法を提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明のMRヘッドは、スライダとなる基板上に下シールド膜、下ギャップ絶縁膜、MR素子、上ギャップ絶縁膜、上シールド膜が積層され、下シールド膜とMR素子との間、およびMR素子と上シールド膜との間の少なくとも一方に高信頼性の絶縁膜が形成されることを特徴とする。特に、高信頼性の絶縁膜は、下シールド膜と下ギャップ絶縁膜との間、およびMR素子と上ギャップ絶縁膜との間の少なくとも一方に形成されることが好ましい。また、高信頼性の絶縁膜は、上下の各ギャップ絶縁膜よりも結晶が緻密でかつ

欠陥の少ない絶縁膜であり、例えば、アルミニウムを熱酸化して得られるアルミナ膜で構成される。

【0007】また、本発明の製造方法は、スライダとなる基板上に下シールド膜を形成する工程と、この上に上ギャップ絶縁膜をスパッタ法等により形成する工程と、この上にMR素子を形成する工程と、この上に上ギャップ絶縁膜をスパッタ法等により形成する工程と、その上に上シールド膜を形成する工程を含んでおり、下シールド膜とMR素子を形成する工程の間、およびMR素子と上シールド膜を形成する工程の間の少なくとも一部において金属膜を形成し、この金属膜を酸化して高信頼性絶縁膜としての熱酸化膜を形成する工程を含んでいる。例えば、気相成長法によりアルミニウム膜を形成し、このアルミニウム膜を熱酸化して高信頼性絶縁膜としてアルミナ膜を形成する。あるいは、下シールド膜をアルミニウムを含む金属で形成し、その表面を熱酸化して高信頼性絶縁膜としてアルミナ膜を形成する。

#### 【0008】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施形態を図面を参照して説明する。図1は本発明のMRヘッドの第1の実施形態の基本構成を示す断面図であり、スライダとなる基板11上に磁気シールド用の下シールド膜12が形成され、その上に高信頼性絶縁膜13、下ギャップ絶縁膜14が形成され、その上にMR素子15が形成されている。また、このMR素子15の上には上ギャップ絶縁膜17が形成され、その上に磁気シールド用の上シールド膜18が形成されている。

【0009】また、図2は他の実施形態の基本構成を示す断面図であり、スライダとなる基板11上に磁気シールド用の下シールド膜12が形成され、その上に下ギャップ絶縁膜14が形成され、その上にMR素子15が形成されている。また、このMR素子15の上には高信頼性絶縁膜16と上ギャップ絶縁膜17が形成され、その上に磁気シールド用の上シールド膜18が形成されている。

【0010】さらに、図3は他の異なる実施形態の基本構成を示す断面図であり、スライダとなる基板11上に磁気シールド用の下シールド膜12が形成され、その上に高信頼性絶縁膜13と下ギャップ絶縁膜14が形成され、その上にMR素子15が形成されている。また、このMR素子15の上には高信頼性絶縁膜16と上ギャップ絶縁膜17が形成され、その上に磁気シールド用の上シールド膜18が形成されている。

【0011】これらの構成において、前記上下の各ギャップ絶縁膜14、17は従来と同様にスパッタ法等により形成されたアルミナ膜で形成されるが、前記高信頼性絶縁膜13、16は、上下の各ギャップ絶縁膜よりも緻密で欠陥の少ない絶縁膜として構成されており、ここではスパッタ法や蒸着法等の気相成長法により形成された金属膜を熱酸化することにより得ている。例えば、金属

アルミニウムを成長し、この金属アルミニウムを熱酸化したアルミナ膜で構成する。あるいは、図1および図3の構成の場合には、下シールド膜をアルミニウムを含む金属で形成し、この下シールド膜の表面を酸化処理することで、表面にアルミナを形成し、このアルミナを絶縁膜13として構成してもよい。

#### 【0012】

【実施例】図4は本発明の第1の実施例の断面図である。スライダとなる基板として $Al_2O_3$ とTiCの複合セラミック板21の表面に $Al_2O_3$ （アルミナ）のスパッタ膜22を形成した基板を用い、その上に下シールド膜として膜厚 $2\mu m$ のNiFe膜23を形成する。ついで、その上に金属アルミニウム膜を $10nm$ スパッタ形成し、これを大気中で $150^\circ C$ で3時間の熱処理を行い、金属アルミニウム膜をアルミナ膜24とし、高信頼性絶縁膜を形成した。この後、膜厚 $80nm$ のアルミナ膜をスパッタ形成し、下ギャップ絶縁膜25を形成する。さらに、この上にMR素子26を形成した。MR素子としては、下から順にSALとしてのCoZrMo膜261を $25nm$ 、Ta膜262を $15nm$ 、NiFe膜263を $20nm$ でいずれもスパッタ成膜し、リソグラフィ法で幅 $2.5\mu m$ 、高さ $1\mu m$ にパターン化する。さらに、その両端に磁区制御用のCoCrPt膜27を $30nm$ スパッタ成膜し、さらに電極として金膜28をスパッタ法によりCoCrPt膜に積層した。

【0013】次いで、この上に、金属アルミニウム膜を $10nm$ の厚さにスパッタ成膜し、大気中で $150^\circ C$ で3時間の熱処理を行いアルミナ膜29を形成し、高信頼性絶縁膜を形成する。その上に、 $100nm$ のアルミナ膜をスパッタ成膜して上ギャップ絶縁膜30を形成し、さらに上シールド膜として膜厚 $3\mu m$ のNiFe膜31を形成する。この後、前記金膜28の電極端子を取り出すことができるように加工を施している。

【0014】図7は比較のために従来の構成のMRヘッドを形成した断面図である。スライダとなる基板として $Al_2O_3$ とTiCの複合セラミック板41上に $Al_2O_3$ のスパッタ膜42を形成した基板を用い、下シールド膜として膜厚 $2\mu m$ のNiFe膜43を形成し、その上に下ギャップ絶縁膜として膜厚 $90nm$ のアルミナ膜45をスパッタ成膜する。この上にMR素子46を形成する。このMR素子46としては、下から順にSALとしてのCoZrMo膜461を $25nm$ 、Ta膜462を $15nm$ 、NiFe膜463を $20nm$ でいずれもスパッタ成膜し、リソグラフィ法で幅 $2.5\mu m$ 、高さ $1\mu m$ にパターン化する。さらに、その両端に磁区制御用のCoCrPt膜47を $30nm$ スパッタ成膜し、さらに電極として金膜48をスパッタ法によりCoCrPt膜に積層した。その上に上ギャップ絶縁膜として $110nm$ のアルミナ膜50をスパッタ成膜し、さらに上シールド膜として膜厚 $3\mu m$ のNiFe膜51を形成し、か

つ金膜から電極端子を取り出す加工を施している。

【0015】このように構成された図4の本発明の実施例のMRヘッドについて、下シールド膜23とMR素子26との間の絶縁抵抗を測定したところ、 $10\text{M}\Omega$ 以上の十分に高い絶縁性を得ることが可能とされた。また、上シールド膜31とMR素子26との間の絶縁抵抗についても $10\text{M}\Omega$ 以上の絶縁性を得ることが可能とされた。一方、図7に示した従来技術による比較用のMRヘッドについて同様に下シールド膜43とMR素子46との間の絶縁抵抗を測定したところ、 $1\text{M}\Omega$ 未満の値であった。また、上シールド膜51とMR素子46との間の絶縁抵抗も $1\text{M}\Omega$ 未満であった。これから、本実施例のMRヘッドでは、上下のシールド膜とMR素子との間の絶縁耐圧が向上され、ヘッドの小型化、薄型化によってもMR素子とシールド膜とのショートが回避でき、高密度化が実現されることが確認された。

【0016】図5は本発明の第2の実施例を示す断面図であり、ここでは下シールド膜とMR素子との間にのみ高信頼性絶縁膜を形成している。同図において、図4の実施例と等価な部分には同一符号を付してあり、スライダとなる基板として $\text{Al}_2\text{O}_3$ と $\text{TiC}$ の複合セラミックス板21の表面に $\text{Al}_2\text{O}_3$ （アルミナ）のスパッタ膜22を形成した基板を用い、その上に下シールド膜として膜厚 $2\mu\text{m}$ の $\text{FeAl}$ 膜23を形成する。ついで、 $1 \times 10^{-6}\text{torr}$ の真空チャンバ内に $20\text{mTorr}$ の酸素を導入した雰囲気中で、 $400^\circ\text{C}$ で3時間の熱処理を行い、 $\text{FeAl}$ 膜中の $\text{Al}$ が膜表面に析出して酸化することでアルミナ膜24を形成し、これを高信頼性絶縁膜として形成する。この後、膜厚 $80\text{nm}$ のアルミナ膜をスパッタ形成し、下ギャップ絶縁膜25を形成する。

【0017】さらに、この上にMR素子26を形成した。MR素子26としては、下から順に $\text{SAL}$ としての $\text{CoZrMo}$ 膜261を $25\text{nm}$ 、 $\text{Ta}$ 膜262を $15\text{nm}$ 、 $\text{NiFe}$ 膜263を $20\text{nm}$ でいずれもスパッタ成膜し、リソグラフィ法で幅 $2.5\mu\text{m}$ 、高さ $1\mu\text{m}$ にパターン化する。さらに、その両端に磁区制御用の $\text{CoCrPt}$ 膜27を $30\text{nm}$ スパッタ成膜し、さらに電極として金膜28をスパッタ法により $\text{CoCrPt}$ 膜に積層した。その上に、 $100\text{nm}$ のアルミナ膜をスパッタ成膜して上ギャップ絶縁膜30を形成し、さらに上シールド膜として膜厚 $3\mu\text{m}$ の $\text{NiFe}$ 膜31を形成する。この後、前記金膜28の電極端子を取り出すことができるように加工を施している。

【0018】この第2の実施例のMRヘッドについて、下シールド膜24とMR素子26との絶縁抵抗を測定したところ、 $10\text{M}\Omega$ 以上の十分に高い絶縁性を得ることができることが確認された。したがって、この第2実施例では、特に下シールド膜とMR素子との間のギャップ絶縁膜を薄く形成した場合でも、絶縁耐圧を高め、高密度化が実現される。

【0019】なお、本発明のMRヘッドでは、シールド膜の材料としては、 $\text{FeTaN}$ のような $\text{Fe}$ 系微結晶膜、 $\text{Co}$ 系アモルファス膜、 $\text{FeSiAl}$ 系膜のいずれであつてもよい。ただし、第2の実施例のようにシールド膜を表面酸化して高信頼性絶縁膜としてのアルミナ膜を形成する場合には、 $\text{Al}$ を含む材料で形成されていることが必要である。

【0020】また、前記した本発明の基本構成や実施例では、高信頼性絶縁膜を下シールド膜と下ギャップ絶縁膜との間に形成しているが、場合によっては下ギャップ絶縁膜とMR素子との間に形成してもよい。また、MR素子と上ギャップ絶縁膜との間に形成しているが、上ギャップ絶縁膜と上シールド膜との間に形成してもよい。

【0021】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、スライダとなる基板上に下シールド膜、下ギャップ絶縁膜、磁気抵抗効果素子、上ギャップ絶縁膜、上シールド膜が積層された構成のMRヘッドにおいて、下シールド膜と磁気抵抗効果素子との間、およびMR素子と上シールド膜との間の少なくとも一方に高信頼性の絶縁膜が形成されており、特にこの高信頼性の絶縁膜は金属膜を酸化して得られる酸化膜で形成されるため、緻密な膜質によって上下のシールド膜とMR素子との間の絶縁性が高められる。したがって、磁気記録再生装置における高密度化に伴って上下のシールド膜とMR素子との間の間隔が微少化される場合でも、シールド膜とMR素子との間の絶縁性を向上し、両者のショートを確実に防止することが可能となり、高密度対応のシールド型MRヘッドを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態の基本構成を示す断面図である。

【図2】本発明の第2の実施形態の基本構成を示す断面図である。

【図3】本発明の第3の実施形態の基本構成を示す断面図である。

【図4】本発明の第1の実施例のMRヘッドの断面図である。

【図5】本発明の第2の実施例のMRヘッドの断面図である。

【図6】従来のMRヘッドの基本構成を示す断面図である。

【図7】比較のための従来構成のMRヘッドの断面図である。

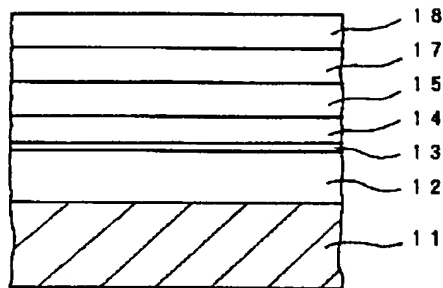
【符号の説明】

- 11 基板
- 12 下シールド膜
- 13 高信頼性絶縁膜
- 14 下ギャップ絶縁膜
- 15 MR素子

- 16 高信頼性絶縁膜
- 17 上ギャップ絶縁膜
- 18 上シールド膜
- 21 セラミック板
- 22 アルミナスパッタ膜
- 23 下シールド膜
- 24 高信頼性絶縁膜

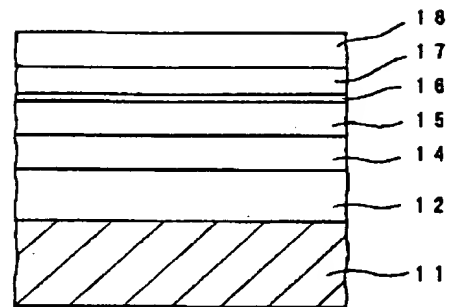
- 25 下ギャップ絶縁膜
- 26 MR素子
- 27 磁区制御膜
- 28 電極
- 29 高信頼性絶縁膜
- 30 上ギャップ絶縁膜
- 31 上シールド膜

【図1】



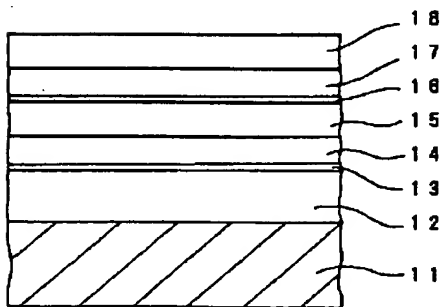
- 11 基板
- 12 下シールド膜
- 13 高信頼性絶縁膜
- 14 下ギャップ絶縁膜
- 15 MR素子
- 17 上ギャップ絶縁膜
- 18 上シールド膜

【図2】



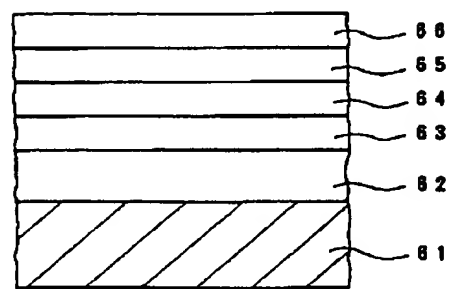
- 11 基板
- 12 下シールド膜
- 14 下ギャップ絶縁膜
- 15 MR素子
- 16 高信頼性絶縁膜
- 17 上ギャップ絶縁膜
- 18 上シールド膜

【図3】



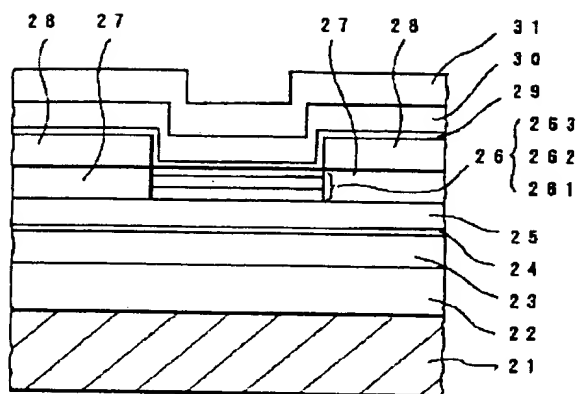
- 11 基板
- 12 下シールド膜
- 13 高信頼性絶縁膜
- 14 下ギャップ絶縁膜
- 15 MR素子
- 16 高信頼性絶縁膜
- 17 上ギャップ絶縁膜
- 18 上シールド膜

【図6】



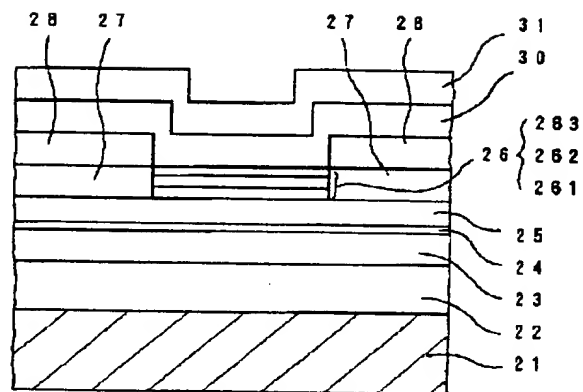
- 61 基板
- 62 下シールド膜
- 63 アルミナ絶縁膜
- 64 MR素子
- 65 アルミナ絶縁膜
- 66 上シールド膜

【図4】



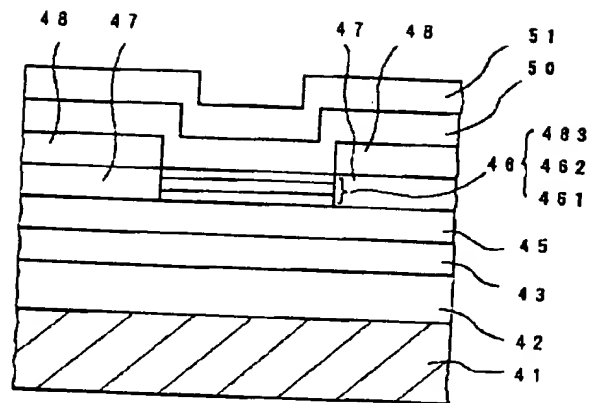
- 21 セラミック板
- 22 アルミナスパッタ膜
- 23 下シールド膜
- 24 高信頼性絶縁膜
- 25 下ギャップ絶縁膜
- 26 MR素子
- 27 磁区制御用膜
- 28 電極
- 29 高信頼性絶縁膜
- 30 上ギャップ絶縁膜
- 31 上シールド膜

【図5】



- 21 セラミック板
- 22 アルミナスパッタ膜
- 23 下シールド膜
- 24 高信頼性絶縁膜
- 25 下ギャップ絶縁膜
- 26 MR素子
- 27 磁区制御用膜
- 28 電極
- 30 上ギャップ絶縁膜
- 31 上シールド膜

【図7】



- 41 セラミック板
- 42 アルミナスパッタ膜
- 43 下シールド膜
- 45 下ギャップ絶縁膜
- 46 MR素子
- 47 磁区制御用膜
- 48 電極
- 50 上ギャップ絶縁膜
- 51 上シールド膜